

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра математического анализа

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 Имитационное моделирование

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Математика, информатика**

Форма обучения: очная

Курс – 4

Семестр – 8

Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Форма отчетности: 8 семестр - зачет

Программу разработал
старший преподаватель Курицын С.Ю.

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ К.М. Расулов

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Имитационное моделирование» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору. Она изучается в 9-10 семестрах и опирается на компетенции, полученные студентами при изучении дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дискретная математика», «Аналитическая геометрия» и др., является предшествующей для дисциплин «Практикум по решению задач на ЭВМ», «Математическое моделирование».

В настоящее время математические методы исследования проникают во все области человеческой деятельности. Это повышает интерес к математике со стороны смежных наук, использующих различный объем математических знаний. Кроме того, развитие информационных технологий и систем компьютерной математики, которые применяются для решения многих математических задач, требует алгоритмической четкости при изучении математических дисциплин.

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, тесной взаимосвязи со смежными курсами, а также на использовании современной учебной и методической литературы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-5. Способен использовать научные знания в предметной области (математика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: современное состояние и перспективы развития математики как учебной дисциплины, направления развития школьного математического образования, теоретические основы обучения математике, принципы построения методической системы обучения математике, основные линии школьного курса математики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования математических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса математики; Уметь: анализировать и интерпретировать содержание математических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения математике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач; Владеть: основными приемами организации деятельности школьников по изучению математики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения математике, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.
ПК-7 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики, строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	Знать: базовые принципы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики; Уметь: решать основные типы математических задач, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия; Владеть: первичными навыками применения

	математического аппарата к решению конкретных задач из различных областей прикладной математики и информатики.
--	--

3. Содержание дисциплины

- Решение дифференциальных уравнений.** Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения старших порядков, допускающие понижение порядка. Линейные уравнения старших порядков.
- Решение систем дифференциальных уравнений.** Случай действительных собственных значений матрицы системы. Случай комплексных собственных значений матрицы системы. Случай кратных корней матрицы системы.
- Фазовые портреты и устойчивость точек покоя.** Построение фазовых портретов на плоскости. Построение фазовых портретов в пространстве. Точки покоя дифференциальных уравнений. Практические модели.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Решение дифференциальных уравнений	24	4	8	12
2.	Решение систем дифференциальных уравнений	24	4	8	12
3.	Фазовые портреты и устойчивость точек покоя	24	4	8	12
Итого		72	12	24	36

5. Виды образовательной деятельности¹

Занятия лекционного типа

Лекция №1

Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения и сводящиеся к ним. Линейные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения старших порядков, допускающие понижение порядка.

Лекция №2

Линейные уравнения старших порядков. Случай действительных корней характеристического уравнения. Линейные уравнения старших порядков. Случай комплексных корней характеристического уравнения.

Лекция №3

Решение систем дифференциальных уравнений. Случай комплексных собственных значений матрицы системы. Решение систем дифференциальных уравнений. Случай кратных корней матрицы системы.

Лекция №4

Метод вариации постоянных. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью специальных команд. Оценка полученных ранее результатов.

Лекция №5

Построение фазовых портретов на плоскости. Построение фазовых портретов в пространстве.

Лекция №6

¹ Содержание данного раздела может быть представлено в электронной информационно-образовательной среде СмолГУ или в опубликованном учебно-методическом пособии.

Точки покоя систем дифференциальных уравнений. Фазовые траектории в движении. Исследование точек покоя на устойчивость.

Занятия семинарского типа

Лабораторная работа №1. Уравнения с разделяющимися переменными.

Цель работы: научиться решать дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание 1.

$20Nxdx - 3Ndy = 3x^2ydy - 5xy^2dx$, $y(0) = 0$. (Здесь и далее N – персональный номер варианта студента).

Задание 2.

$y'((N+1)x - y + 4) = (N+1)y - x - 5$.

Лабораторная работа №2. Линейные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения старших порядков, допускающие понижение порядка.

Цель работы: научиться решать линейные уравнения, уравнения Бернулли и уравнения старших порядков, допускающие понижение порядка, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание 1.

$y' + y \cos x / (2 \sin x) = N(x \cos x / (2 \sin x) - 1/2)y^3$.

Задание 2.

$y''' = 2N \sin^3(Ny) \cdot \cos Ny$, $y(1) = \pi / (2N)$, $y'(1) = 1$.

Лабораторная работа №3. Линейные уравнения старших порядков. Случай действительных корней характеристического уравнения.

Цель работы: научиться решать линейные уравнения старших порядков с действительными корнями характеристического уравнения, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание.

$y'''' + (5N/2 - 10)y'' - (25N + 2N^2)y'' + (20N^2 - 3N^3/2)y' + 15N^3y = (x^3 + 2x^2 + 3x + N) \exp(10x)$.

Лабораторная работа №4. Линейные уравнения старших порядков. Случай комплексных корней характеристического уравнения. Случай кратных корней характеристического уравнения.

Цель работы: научиться решать линейные уравнения старших порядков с комплексными корнями и кратными корнями характеристического уравнения, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание 1.

$y'''' - 4Ny'' + (6N^2 + 4)y' - (4N^3 + 8N)y + (N^4 + 4N^2)y = (x^2 + N) \exp x$.

Задание 2.

$$y'''' - (6N+8)y'''' + (12N^2+48N+16)y'''' - (8N^3+96N^2+96N)y'' + (64N^3+192N^2)y' - 128N^3y = (Nx^2+2x+1)\exp(2Nx).$$

Лабораторная работа № 5. *Решение систем дифференциальных уравнений. Случай действительных собственных значений матрицы системы.*

Цель работы: научиться решать системы дифференциальных уравнений в случае действительных собственных значений матрицы системы, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание.

$$y_1' = -Ny_1 + 8y_2, \quad y_2' = y_1 + Ny_2.$$

Лабораторная работа № 6. *Решение систем дифференциальных уравнений. Случай комплексных собственных значений матрицы системы.*

Цель работы: научиться решать системы дифференциальных уравнений в случае комплексных собственных значений матрицы системы, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание.

$$y_1' = Ny_1 - y_2, \quad y_2' = y_1 + Ny_2.$$

Лабораторная работа № 7. *Решение систем дифференциальных уравнений. Случай кратных собственных значений матрицы системы.*

Цель работы: научиться решать системы дифференциальных уравнений в случае кратных собственных значений матрицы системы, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание.

$$y_1' = -Ny_1 + N^2y_2, \quad y_2' = -y_1/4 + 2Ny_2.$$

Лабораторная работа № 8. *Метод вариации постоянных.*

Цель работы: разобраться с методом вариации постоянных решения дифференциальных систем, производя сложные математические выкладки с помощью компьютера.

Задание.

$$y_1' = -8y_1 + 3Ny_2 + 5N\exp(-x), \quad y_2' = -18y_1 + 7Ny_2 + (N+11)\exp(-x).$$

Лабораторная работа № 9. *Построение фазовых портретов на плоскости и в пространстве.*

Цель работы: ознакомиться с понятием фазового портрета и научиться строить фазовые портреты на плоскости и в пространстве.

Задание 1.

Постройте фазовые портреты для систем дифференциальных уравнений из предыдущих лабораторных работ.

Задание 2.

Постройте фазовый портрет для системы $y_1' = y_1 + 4y_2$, $y_2' = y_2 + Ny_3$, $y_3' = y_1/(4N) - 3y_2/N + 4y_3$.

Лабораторная работа №10. Точки покоя систем дифференциальных уравнений.

Цель работы: изучить на практике понятие точки покоя.

Задание.

Найдите точки покоя для систем дифференциальных уравнений из предыдущих лабораторных работ.

Лабораторная работа №11. Фазовые траектории в движении.

Цель работы: изучить на практике понятие фазовой траектории, исследуя траекторию в движении с помощью специальных компьютерных команд.

Задание.

Постройте фазовые траектории для систем дифференциальных уравнений из предыдущих лабораторных работ.

Лабораторная работа №12. Исследование точек покоя на устойчивость.

Цель работы: научиться исследовать точки покоя на устойчивость визуально с помощью компьютера.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация включает защиту лабораторных работ. При успешной защите лабораторной работы по ней выставляется оценка «зачтено».

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация включает в себя зачет.

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Смоленский государственный университет» (утверждено приказом и.о. ректора № 01-113 от 26.09.2019 г., внесены дополнения приказом ректора № 01-48 от 30.04.2020 г.).

Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях;
- уметь решать задачи, предложенные на лабораторных занятиях.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Зайцев, В. Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : справочник для вузов / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-

- 02685-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/491159>.
2. Муратова, Т. В. Дифференциальные уравнения : учебник и практикум для вузов / Т. В. Муратова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 435 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01456-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/489021>.
 3. Воронов, М. В. Прикладная математика: технологии применения : учебное пособие для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, Е. Г. Суздалов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 376 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04534-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/491995>.

7.2. Дополнительная литература

1. Рябенкий, В. С. Введение в вычислительную математику [Электронный ресурс] / В. С. Рябенкий. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 288 с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 978-5-9221-0926-0.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Национальный открытый университет «Интуит». URL: <http://www.intuit.ru>
2. Система дистанционного обучения СмолГУ <https://cdo.smolgu.ru>
3. Национальная платформа открытого образования <https://openedu.ru>

8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий лекционного типа имеется аудитория с проектором и ноутбуком (нестационарными) – ауд. 409, для проведения занятий семинарского типа – ауд. 226, оборудованная ПК и выходом в Интернет, проектором и интерактивной доской; для самостоятельной работы – ауд. 235, оснащённая ПК с выходом в Интернет.

9. Программное обеспечение

PTC Mathcad 15.0 (Лицензия 449732)

Система дистанционного обучения СмолГУ. URL: <http://www.cdo.smolgu.ru>. (СДО Русский Moodle 3KLNorm с техническим обслуживанием, Акт на передачу прав №УТДЮ0001785 от 06.12.2016)

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе:

1. Microsoft Windows Professional 7 Russian.
2. Microsoft Office 2010 Russian.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022